

# Estudio comparativo en diferentes poblaciones de *Elysia timida* Risso, 1818 (Gastropoda, Opisthobranchia, Sacoglossa) en mar abierto y ambiente lagunar

## Comparative study in different populations of *Elysia timida* Risso, 1818 (Gastropoda, Opisthobranchia, Sacoglossa) in open sea and lagoon environment

Francisca GIMÉNEZ-CASALDUERO\*

Recibido el 4-V-1998. Aceptado el 11-III-1999

### RESUMEN

El molusco sacogloso *Elysia timida* (Risso, 1918) fue recolectado en distintos puntos del litoral murciano, incluido la laguna costera del Mar Menor, con objeto de comprobar la existencia de posibles variaciones en el tamaño de los individuos, contenido de clorofila y eficacia en el aprovechamiento de la energía fotosintética procedente de sus "cloroplastos simbiotes". Tanto el peso como el nivel de clorofila varía en las distintas poblaciones, haciéndose más patentes estas diferencias con respecto a una de las poblaciones lagunares, cuya morfología y características fisiológicas podrían ser debidas a la situación de confinamiento sufrida en la laguna durante años.

### ABSTRACT

The sacoglossan mollusc *Elysia timida* Risso, 1918 was collected from different sites of Murcia coast, including the coastal lagoon of Mar Menor, with the aim of verifying if there are differences of chlorophyll level, individual weight and photosynthetic exploiting from there "symbiotic chloroplast" between the populations. The individual weight as well as the chlorophyll level varies in the different populations, these differences are more patent in the lagoon population, which could due to the long time confinement situation beard of the coastal lagoon.

PALABRAS CLAVE: Sacoglossos, *Elysia timida*, "Cloroplastos simbiotes", confinamiento

KEY WORDS: Sacoglossa, *Elysia timida*, "symbiotic chloroplast", confinement.

### INTRODUCCIÓN

Los Sacoglossa (= Ascoglossa) pertenecientes al suborden Placobranchacea, Rang 1829 (según JENSEN, 1996), son moluscos opistobranquios bentónicos, en su mayoría herbívoros capaces de

hospedar cloroplastos funcionales procedentes de su alimento algal (KAWAGUTI Y YAMASU, 1965). Diversos autores plantean el papel ecológico y fisiológico de la relación cloroplasto-sacogloso. La

\* Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. 30100. Murcia. España

retención de cloroplastos representa una estrategia evolutiva que suministra al sacogloso una energía extra para su metabolismo (TAYLOR, 1973, GREENE, 1974, HINDE, 1983). El rendimiento energético de esta relación depende, no sólo de factores como la longevidad de los cloroplastos, la eficiencia fotosintética o la tasa de ingestión de cloroplastos sino también de las condiciones ambientales, que tienen un efecto importante sobre él. La eficiencia de los cloroplastos simbioses de sacoglosos varía con la intensidad de luz (GOETZFRIED, 1977; CLARK, JENSEN, STIRTS Y FERMIN, 1981), la temperatura (STIRTS Y CLARK, 1980) y como consecuencia de ello, en muchas especies se observan variaciones geográficas en la concentración de clorofila (WAUGH Y CLARK, 1986).

El sacogloso mediterráneo *Elysia timida* (Risso, 1818), es un típico representante de los Placobranchidae (= Elysiidae), herbívoro, que retiene los cloroplastos en sus tejidos (RAHAT Y MONSELINE, 1979; MONSELINE Y RAHAT, 1980, MARÍN, 1991; MARÍN Y ROS, 1989, 1993). Habita zonas someras, bien iluminadas y con poco hidrodinamismo. Es común en fondos rocosos con algas fotófilas. Este pequeño sacogloso ha sido relacionado con algas verdes comunes en ambientes fotófilos como *Padina pavonia* o *Acetabularia acetabulum*. (BALLESTEROS, 1985; BOUCHET, 1984), incluso *Halopteris*, *Colpomenia*, *Ulva*, *Bryopsis* y *Enteromorpha* (RAHAT, 1976). Sin embargo, los estudios de ROS Y RODRÍGUEZ (1985) y posteriormente MARÍN (1988) y MARÍN Y ROS (1989, 1991, 1993), identifican como su alimento específico el alga dasiclial *Acetabularia acetabulum*, sugiriendo una coevolución entre ambas especies (MARÍN Y ROS, 1992).

Se han descrito grandes poblaciones de este sacogloso en la localidad mediterránea de Mazarrón (Murcia), población asociada al alga *Acetabularia acetabulum* (MARÍN Y ROS, 1992). También, la laguna costera hipersalina del Mar Menor (Murcia, SE España) cobija una alta densidad de este elysiidae (ROS Y RODRÍGUEZ, 1985; BALLESTEROS, 1985). Esta laguna de aguas oligotróficas (GILBERT,

1992), casi incomunicada durante años con el Mediterráneo se caracterizaba por presentar bruscas variaciones térmicas y un reducido aporte pluviométrico y fluvial. Sin embargo, esta situación peculiar de la laguna ha cambiado en los últimos años debido a dos causas principalmente; Por una parte, la apertura hacia el Mediterráneo del canal del Estacio y por otra, el incremento de los aportes de agua procedentes de la agricultura de regadío. Esto ha provocado la disminución de la salinidad media, favoreciendo la entrada y asentamiento de nuevas especies (PÉREZ-RUZAFÁ, MARCOS, PÉREZ-RUZAFÁ Y ROS, 1987).

Estudios sobre *Elysia timida* del Mar Menor (MARÍN Y ROS, 1989) no encontraban evidencias sobre la existencia de variaciones en la concentración de clorofila de las distintas poblaciones de la laguna.

En este estudio se han comparado los niveles de clorofila, biomasa de los individuos y aprovechamiento energético de los cloroplastos en situaciones de ayunas, así como las estrategias reproductivas de *Elysia timida* en dos poblaciones del Mar Menor y una población mediterránea localizada en Mazarrón (Murcia), con el fin de clarificar el significado fisiológico y ecológico de dichas variaciones.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Localidades de muestreo:** Se han elegido tres poblaciones de *Elysia timida* ubicadas en el litoral murciano, dos de ellas en el interior del Mar Menor y la última en la localidad Mazarrón (Fig. 1).

Los puntos de recolección fueron los siguientes: A) El Gachero, Puerto de Mazarrón, zona formada por cantos de desecho de la antigua minería y dominada por el alga dasiclial *Acetabularia acetabulum*, asociada a esta alga se encuentra una población bien representada de *Elysia timida* (MZ) (Marín y Ros, 1992); B) Isla del Ciervo (Mar Menor) zona de poca profundidad y escaso hidrodinamismo que favorece la proliferación de *Acetabularia sp.*, encontrándose

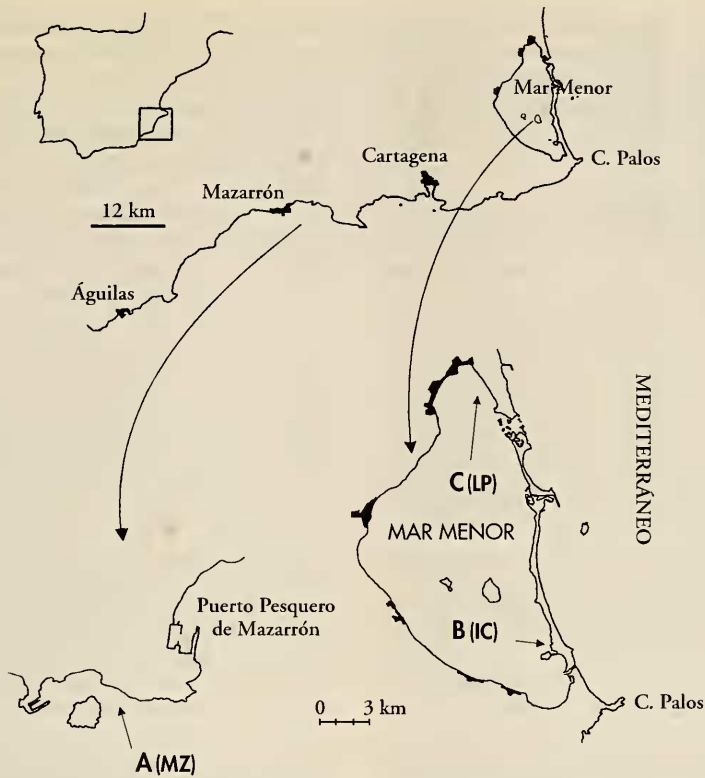


Figura 1. Mapa de situación de los puntos de recolección de *Elysia timida*. A: Zona del Gachero en el Puerto de Mazarrón, punto de recolección de la población mediterránea MZ; B: Zona de La Isla del Ciervo, punto de recolección de la población de IC; C: Zona de Lo Pagan, punto de recolección de la población de LP.

Figure 1. Map showing sampling sites of *Elysia timida*. A: Gachero area in Mazarrón Harbour, sampling point of the Mediterranean MZ population; B: Isla del Ciervo area, sampling point of IC population; C: Lo Pagan area, sampling point of LP population.

el alga fija a conchas de pequeños moluscos muertos o piedras. Sobre el alga se encuentra la población de sacogoso identificada como IC; su tamaño y coloración es similar a la descrita en la literatura y a la anteriormente descrita población MZ; C) Lo Pagan (Mar Menor), zona dominada por manchas someras arenosas con presencia de gravas y conchas de bivalvos. La población encontrada en este punto (LP) aparece en la primera franja de 0,4 a 1 m desde la costa a pocos cm de profundidad. Esta zona ha sido considerada por diversos autores como área de alto

grado de confinamiento dentro del Mar Menor (PÉREZ RUZafa Y MARCOS, 1993; GONZÁLEZ-WANGÜEMERT, 1997);

**Material recolectado:** El material objeto de estudio se obtuvo mediante captura directa e identificación de *visu* (PEREIRA, 1981) durante el mes de marzo de 1996. Se recolectaron un total de 75 individuos de la población MZ, 50 de la población IC y 90 de la población LP. El material recogido se mantenía en acuarios de 10 l de capacidad con agua procedente de los mismos puntos de recolección, a una temperatura constante de

20° C y un régimen continuo de luz-oscuridad, coincidiendo con el fotoperiodo natural. Estas condiciones se conseguían mediante exposición a tubos de neón de espectro de luz visible completo.

**Metodología:** La biomasa media de los individuos de las distintas poblaciones (MZ, IC, LP), se llevó a cabo mediante el cálculo del peso seco (100° C; 24 h) de los individuos recién recolectados. Se utilizaron un total de 32 individuos de la población MZ, 26 de la población IC y 30 de la población LP. Las medias obtenidas de peso seco se compararon mediante un análisis de la varianza (ANOVA). Las comparaciones entre medias se realizaron mediante el test de Tukey (ZAR, 1984).

La concentración media de clorofila por individuo, se realizó a partir de animales recién recolectados en cada una de las poblaciones (MZ, IC y LP). Se utilizaron un total de 31 individuos de la población MZ, 23 de la población IC y 30 de la población LP. La extracción del pigmento se llevó a cabo según la descripción de MARÍN (1988), y la concentración de pigmentos se calculó mediante el método espectrofotométrico (TETT, KELLY Y HORNBERGER, 1975; GOLTERMAN, CLYMO Y OHNSTAND, 1978), utilizando un espectrofotómetro UVIKON 930. Todas las manipulaciones se hicieron a bajas temperaturas y en oscuridad para evitar la degradación de los pigmentos durante el análisis. Las comparaciones se realizaron mediante un test de análisis de varianza (ANOVA) usando los valores de clorofila con transformación logarítmica. Las comparaciones entre los logaritmos de medias se realizaron mediante el test de Tukey (ZAR, 1984).

Se llevó a cabo un seguimiento del tamaño de los individuos de las poblaciones MZ y LP en condiciones de ayunas. Se dispusieron 10 individuos procedentes de cada una de las dos poblaciones en vasos de precipitado claramente etiquetados y aireados. En cada uno de estos vasos se introducía un individuo y se mantenían en ayunas y una tempera-

tura de 20° C y fotoperiodo normal durante 28 días. Se realizó una renovación diaria del agua de mar, la cual era filtrada previamente mediante un filtro Millipore. El sacogoso era grabado con una cámara de vídeo sobre una placa de Petri fijada a una distancia conocida. Los valores de longitud expresado en milímetros se obtenían mediante análisis de imagen, parando la cinta de vídeo en instantáneas de imágenes de máximo estiramiento, operación que se realizaba repetidamente para cada individuo. El valor utilizado como tamaño del sacogoso era el resultado de la media de longitud obtenida para cada individuo. Este seguimiento se repetía los días 0, 9, 18 y 28. A partir del tamaño de los individuos para cada día, se calculaba el porcentaje de pérdida de tamaño partiendo de la longitud inicial (longitud en el día 0). Las variaciones de tamaño a lo largo del periodo de experimentación para cada una de las poblaciones se analizaron mediante el test de Kruskal-Wallis. Las comparaciones entre poblaciones de las medias para cada día se analizaron con un test de la t (ZAR, 1984).

La estrategia reproductiva de las poblaciones mediterráneas de *E. timida*, concretamente la población de Mazarrón (MZ), está ampliamente descrita por MARÍN Y ROS (1993). Estos autores realizaron un seguimiento estacional de las estrategias reproductivas del sacogoso mediterráneo. Este trabajo se centra en el análisis de la población LP del Mar Menor. Se realizó el recuento de número de puestas, huevos por puesta y diámetro de las mismas, así como el seguimiento de las estrategias de desarrollo larvario. Se mantuvieron un total de 21 individuos procedentes de la población LP en cautividad durante 5 días, en condiciones similares a las encontradas en el área de recolección (20° C, fotoperiodo normal y presencia de alimento). Tras la recogida de un total de 25 puestas, se realizaban las medidas descritas anteriormente mediante una lupa binocular. Posteriormente, 15 puestas eran introducidas en 15 correspondientes placas de Petri, con agua de mar filtrada y debidamente identificada. Las placas se mante-



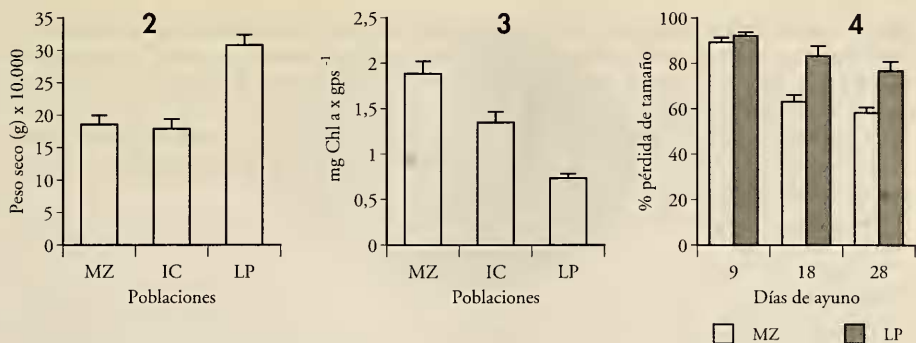


Figura 2. Valores medios de biomasa de los individuos para cada una de las poblaciones analizadas (nMZ= 32; nLP= 30; nIC= 26), expresado como peso seco (g x 10,000), se muestran las barras correspondientes al error estándar;  $P < 0,0001$ . Figura 3. Valores medios de concentración de clorofila *a* de los individuos expresada en mg de clorofila *a* por gramo de peso seco para las poblaciones analizadas (nMZ= 31; nLP= 30; nIC= 23);  $P < 0,0001$ . Figura 4. Proporción media de pérdida de tamaño de los sacoglossos mantenidos en situación de ayunas durante 28 días, para los individuos de las poblaciones MZ (n= 10;  $P < 0,0001$ ) y LP (n= 10; n. s.).

Figure 2. Mean values of specimens biomass in each studied populations (nMZ= 32; nLP= 30; nIC= 26) as dry weight (g x 10,000), bars represent standar error;  $P < 0.0001$ . Figure 3. Mean values of chlorophyll *a* concentration in specimens, as chlorophyl mg per dry weight g, in each studied population (nMZ= 31; nLP= 30; nIC= 23). Figure 4. Mean size lost in sacoglossans kept with no feeding for 28 days, in specimens from MZ (n= 10;  $P < 0.0001$ ) an LP (n= 10; n. s.) populations.

nían en el interior de una cámara a temperatura constante (20° C), realizándose una renovación de agua de mar cada 48 horas. El estado de desarrollo de los huevos de cada una de las puestas se seguía diariamente. La decisión del tipo de desarrollo se tomó teniendo en cuenta la descripción de THOMPSON (1976) (desarrollo tipo I, posee larva planctotrófico, desarrollo tipo II posee larva lecitotrófica y desarrollo tipo III con larva de desarrollo directo).

## RESULTADOS

La biomasa media de los individuos en la población LP muestra valores significativamente mayores que las otras dos poblaciones ( $F_{2,85} = 23,43$ ;  $p < 0,0001$ ), tanto de la población mediterránea (MZ) como la población lagunar IC, presentando estas últimas valores similares (Fig. 2).

Por su parte, los valores de concentración de clorofila por gramo de peso seco de los sacoglossos varía. Los datos

exigen una transformación logarítmica. La comparación entre medias nos muestra un gradiente en la concentración de clorofila que va desde la población mediterránea con valores máximos, a la población lagunar LP con valores mínimos, pasando por un valor intermedio de la población IC (Fig. 3). Las diferencias entre las tres poblaciones son significativas ( $F_{2,81} = 41,49$ ;  $p < 0,0001$ ).

El análisis de los datos de longitud de los individuos procedentes del análisis de imagen nos muestra (Fig. 4) que no existe variación de tamaño significativa durante el periodo de experimentación en los individuos de población del LP, mientras la población MZ mostraba una pérdida brusca de tamaño a partir del día 18 (Kruskal-Wallis:  $F_{2,20} = 27,48$ ;  $p < 0,0001$ ). Al comparar los resultados de las dos poblaciones para cada uno de los días analizados, durante los 9 primeros días no se aprecian diferencias en la disminución de tamaños, pero el día 18 de experimentación sí existen diferencias significativas en la proporción de pérdi-

Tabla I. Características de las puestas de individuos de *Elysia timida* procedentes de la población LP, durante el mes de Abril. Se muestra el número de réplicas analizadas (n), la media y su error estándar ( $\bar{x} \pm ES$ ), valores máximo y mínimo (Max y Min) para el diámetro de las puestas (en mm) y el número de huevos por puesta (n).

Tabla I. Characteristics of *Elysia timida* spawns from LP population, April. Number of spawns examined (n), standar error (ES), maximum (Max) and minimum (Min) values for spawns diameter (in mm) and egg number per spawn (n).

	n	$\bar{x} \pm ES$	Max	Min
Diámetro (mm)	23	4,77 $\pm$ 0,24	7,11	3,15
Nº huevos / puesta	22	383,14 $\pm$ 47,4	833	150

da de tamaño ( $T_{15} = 3,81$ ;  $p < 0,01$ ), la población de Mazarrón ha perdido un 20,3 % más de su tamaño que la población LP. La diferencia que se mantiene para el día 28 ( $T_{11} = 4,19$ ;  $p < 0,01$ ).

Los resultados de las observaciones y de las medidas de las puestas procedentes de los 23 individuos de la población LP del Mar Menor muestran ciertas diferencias con respecto a lo descrito hasta el momento para esta especie. Las características de la puesta se describieron analizando el número de puestas por individuo y mes dando un valor de 2,21, el tamaño medio de la puesta y por último el número de huevos por puesta (Tabla I).

En cuanto al tipo de desarrollo de las 15 puestas observadas, se ha observado en las puestas procedentes de los sacoglossos de la población LP un desarrollo tipo I con larvas planctotróficas (Tabla II). Hasta este momento solo había sido descrito para esta especie desarrollo larvario tipo II y III, con presencias de larvas lecitotróficas y directas respectivamente (RAHAT, 1976; MARÍN Y ROS, 1993). Este tipo de desarrollo es el que se observa de manera mayoritaria, aunque encontramos puestas con desarrollo tipo II que presentan larva lecitotróficas y por último, en menor proporción se observa desarrollo tipo III con larvas de desarrollo directo (Fig. 5). Los estudios previos describían

Tabla II. Estrategias reproductivas de *Elysia timida* de la población MZ; 1: tomado de Marín y Ros (1993); 2: resultados de las estrategias reproductivas de LP obtenidos en el presente trabajo. P: Planctotrófico; L: Lecitotrófico; D: directo; T<sup>a</sup>: Temperatura del agua de mar en el momento de la captura de los parentales.

Table II. Reproductive strategies in *Elysia timida* from MZ population. 1: after Marín and Ros (1993); 2: present paper for LP. P: planctotrophic; L: lecitotrophic; D: direct; T<sup>a</sup>: sea water temperature when parentals were collected.

	Puestas/indiv/mes	nº huevos/puesta	Desarrollo %			T <sup>a</sup> (°C)	Mes
(1)	0,4	165	L			21	Oct
(1)	0,3	144	L			20	Nov
(1)	0,2	122	D			17,5	Dic
(1)	0,2	121	D			17	Ene
(1)	0,1	174	D			12	Feb
(1)	0,1	113	L			24	May
(2)	3	383	P 57%	L 36%	D 7%	20	Mar

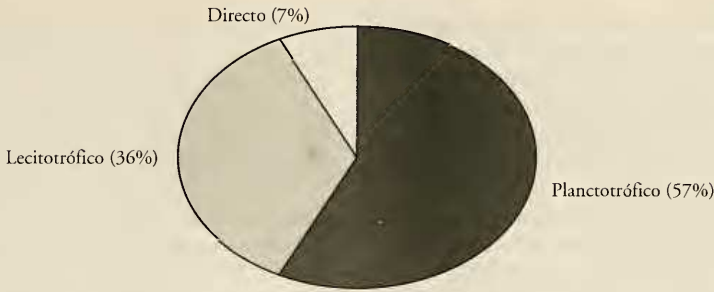


Figura 5. Proporción de estrategias larvarias observadas en las puestas procedentes de los individuos pertenecientes a la población LP del Mar Menor.

Figure 5. Larval strategies rate observed in spawns from specimens of LP population (Mar Menor).

un solo tipo de estrategia de desarrollo para una población en una estación dada, sin embargo nuestros datos muestran una variabilidad en el tipo de desarrollo dentro de la misma población, aunque exista una estrategia mayoritaria.

## DISCUSIÓN

La población de sacoglosos LP posee una serie de caracteres diferentes de las otras poblaciones de *Elysia timida* analizadas. Respecto a la diferencia de biomasa media de los individuos para cada una de las poblaciones (Fig. 2) nos planteamos *a priori* distintas explicaciones: El sacogloso LP podría encontrarse en estadios de desarrollo más maduros que el resto de las poblaciones, sin embargo, no se han descrito individuos de semejante tamaño, ni en la literatura, ni en las poblaciones analizadas, incluso en estudios estacionales de la especie (MARÍN Y ROS, 1992); Nos planteamos como otra posible explicación, la posibilidad de que el aumento de biomasa en los individuos de la población LP sea, el resultado de las adaptaciones a un sistema fluctuante, condiciones de alta salinidad y bruscas variaciones de temperatura. Es bien conocido el hecho de que el cambio en la salinidad del medio provoca variación en la hidratación de los organismos. Se han encontrado adaptaciones de este tipo tanto en organismos marinos como terrestres, animales o vegetales (LOCKWOOD, 1976); Por otra parte,

podría ser el efecto de la situación de confinamiento al que ha estado sometida la especie durante los años de aislamiento de la laguna con respecto al Mar Mediterráneo. Según GELORGUET Y PERTHUISOT (1983), en general, en ambientes confinados aparece un gradiente en el tamaño de los individuos, desde el mar abierto hacia las zonas más internas de la laguna, dándose en estas zonas los individuos de menor talla. No obstante, los individuos de mayor tamaño pertenecen a la población procedente de Lo Pagan, una de las zonas más confinada de la laguna (PÉREZ-RUZAF A ET AL., 1987) (Fig 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por PÉREZ-RUZAF A Y SANZ (1993) y GONZÁLEZ-WANGÜEMERT (1997), quienes estudiaron, respectivamente, las distintas poblaciones de tanaidáceos y *Ostrea edulis*, dentro de la laguna del Mar Menor y, en ambos casos encontraron que las poblaciones de las zonas más confinadas coincidían con el mayor tamaño de los individuos.

El otro carácter distintivo del sacogloso LP es la coloración de sus parapodios, más próxima a las arenas parduscas de la bahía y al color de algas pardas y rojas, que al verde intenso encontrada en los demás ejemplares mediterráneos que se alimenta de la también verde intensa *A. acetabulum*. El color del sacogloso está directamente relacionado con la clorofila retenida en su interior; existe una variación significativa de este pigmento entre las tres poblaciones (Fig. 3). Los niveles de clorofila en el



interior del cuerpo del sacogloso están determinados por el esfuerzo alimenticio (tiempo y energía necesarias para obtener los plastidios), el cual está determinado, a su vez, por la disponibilidad del alimento (movimiento entre algas y grado de calcificación de las mismas. También varía el nivel de clorofila, dependiendo de la especie algal que sirve de alimento al sacogloso, y está influido por factores climáticos como luz y temperatura (WAUGH Y CLARK, 1986). Las diferencias encontradas entre poblaciones en lo referente a la biomasa y a la concentración de clorofila podrían ser debidas a variaciones geográficas, lo que no explicaría la presencia de poblaciones similares a las mediterráneas dentro de la laguna.

La diferencia en la pérdida de tamaño en situaciones de ayunas, está relacionada con la eficiencia en el aprovechamiento energético de la fotosíntesis procedente de los cloroplastos "simbiontes" (TRENCH, TRENCH Y MUSCATINE, 1970; CLARK *ET AL.* 1981; HINDE, 1983). La población LP del Mar Menor parece ser más eficaz en el aprovechamiento de esta energía, por lo que la pérdida de tamaño es menor (Fig. 4), a pesar de poseer una menor concentración de clorofila por peso seco que la población mediterránea de Mazarrón.

El esfuerzo reproductivo encontrado en los individuos de la población LP es mucho mayor que el descrito para poblaciones mediterráneas, (MARÍN Y ROS, 1993) y no sólo en el número de puestas por individuo y mes, sino en el número de huevos por puesta y el desarrollo larvario (Tabla II). Se ha descrito en otros elysiidae como *Elysia viridis*, que el aumento en la eficacia reproductiva puede ser consecuencia de una variación en la salinidad de los parentales (HAGERMAN, 1970). Las características de alta salinidad de la laguna podrían haber influido en el aumento del esfuerzo reproductivo de estas poblaciones lagunares. La salinidad afecta al desarrollo larvario en los elysiidae (HAGERMAN, 1970), lo que podría provocar la aparición de desarrollo planctotrófico en situaciones de alta salinidad. La estrategia mayoritaria en LP fue la planctotró-

fica, una estrategia de dispersión, con alto número de puestas y búsqueda de nuevas zonas de colonización, mientras que, el desarrollo lecitotrófico se considera como una estrategia intermedia también con un carácter de dispersión.

Según la literatura, el desarrollo directo parece ser consecuencia de la máxima disponibilidad algal en los meses fríos (entre 12-17° C), mientras en los meses templados como octubre, mayo, marzo, donde la temperatura ronda los 20-24° C (Tabla II) y el alimento es escaso, el desarrollo es lecitotrófico (MARÍN Y ROS, 1993). Comparando los datos de la bibliografía con los obtenidos de LP (Tabla II), existe una cierta influencia de la temperatura del agua para el desarrollo larvario tal y como describían SWEENEY Y SCHNACK (1977).

Es posible que la especie posea una mayor versatilidad alimenticia de la aceptada en la actualidad (ROS Y RODRÍGUEZ, 1985; MARÍN, 1988; MARÍN Y ROS, 1989, 1991, 1993). Este carácter de la especie coincidiría con las descripciones de los primeros autores que citaban a *E. timida* sobre diferentes algas (RAHAT, 1976; BOUCHET, 1984; BALLESTEROS, 1985). La diferencia en la concentración de clorofila y aprovechamiento energético quedaría explicado con la diferencia en la fuente alimenticia (los cloroplastos de diferentes algas poseen diferentes características fotosintéticas). Aunque en el alga *Acetabularia acetabulum* el sacogloso parece haber encontrado su hábitat óptimo (ROS Y RODRÍGUEZ, 1985; MARÍN Y ROS, 1989, 1992).

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a Dra. M. L. Suárez, y Dra. R. Gómez por sus comentarios y sugerencias así como al Dr. Arnaldo Marín Atucha por su apoyo durante la realización de este trabajo, al departamento de Ecología e Hidrología de la Universidad de Murcia donde se han llevado a cabo estas experiencias y quiero agradecer también los valiosos comentarios y sugerencias de un revisor anónimo a este trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTEROS, M., 1985. Contribución al conocimiento de los sacoglossos y nudibranchios (Mollusca: Opisthobranchia). Estudio anatómico, sistémático y faunístico de las especies del Mediterráneo español. Publicacions Edicions Universitat de Barcelona, 46 pp.
- BOUCHET, P., 1984. Les Elysiidae de Méditerranée (Gastropoda, Opisthobranchia). *Annales Institute Océanographie*, 60 (1): 19-28.
- CLARK, K. B., JENSEN, K. R., STIRTS, H. Y FERMÍN, C., 1981. Chloroplast symbiosis in a non-elysiid mollusc, *Costasiella lilianae* Marcus (Hermaeidae: ascoglossa = sacoglossa): effects of temperature, light intensity, and starvation on carbon fixation rate. *Biological Bulletin of Marine Laboratory of Woods Hole*, 160: 43-54.
- GELÓRGUET, Q. Y PERTHUISOT, J. P., 1983. Le domaine paraliq. Expressions géologiques et économiques du confinement. *Travaux du laboratoire de géologie*, 16: 1-136.
- GILABERT, J., 1992. Análisis del ecosistema planctónico del Mar Menor. Ciclo anual, distribución de tamaños y red trófica. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia
- GOETZFRIED, A., 1977. A comparison of light dependence of photosynthesis in a sacoglossan *Elysia tuca* and its algal food *Halimeda discoidea*. M. S. thesis. Florida Institute of Technology, Melbourne. USA. 43 pp.
- GOLTERMAN, H. L., CLYMO, R. S. Y OHNSTAD, M. A. M., 1978. *Method for physical and chemical analysis of fresh waters*. Blackwell Scientific Publications, London, 245 pp.
- GONZÁLEZ-WANGÜEMERT, M., 1997. Variabilidad morfológica y del locus PGI de *Cardium glaucum* en el Mar Menor (SE de España) y su relación con las condiciones ambientales. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. 149 pp.
- GREENE, R. W., 1974. Sacoglossan and their chloroplast endosymbionts. En Vernberg, W. B. (Ed.): *Symbiosis in the Sea*: 21-27. Belle W. Baruch Library in Marine Science, 2. University of South Carolina.
- HAGERMAN, L., 1970. The influence of low salinity on survival and spawning of *Elysia viridis* (Montagu) (Opisthobranchia, sacoglossa). *Sarsia*, 42: 1-6.
- HINDE, R., 1983. Retention of algal chloroplast by molluscs. En Goff, L. J. (Ed.): *Algal symbiosis. A continuum of interaction strategies*: 97-107. Cambridge University Press.
- JENSEN, K. R., 1996. Phylogenetic systematics and classification of the sacoglossa (Mollusca, Gastropoda, Opisthobranchia). *Phylogeny Transaction of Real Society of London B*, 351: 91-122.
- KAWAGUTI, S. Y YAMASU, T., 1965. Electron microscopy on the Symbiosis between an Elysoid and chloroplasts of a green alga. *Biological Journal of Okayama University*, 11: 57-65.
- LOCKWOOD, A. P., 1976. Physiological adaptation to life in estuaries. En Newell, R. C. (Ed.): *Adaptation to environment: Essays on the physiology of marine animals*: 315-392. Butterworths & Co, London.
- MARÍN, A., 1988. *Moluscos gasteropodos del sudeste español. Faunística, Ecología y Estudio de la simbiosis con algas*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- MARÍN, A., 1991. La explotación de cloroplastos en moluscos marinos. *Mundo Científico* 112 (V11): 358-366.
- MARÍN, A. Y ROS, J. D., 1989. The chloroplast-animal association in four Iberian sacoglossans opisthobranchs: *Elysia timida*, *Elysia translúcida*, *Thuridilla hopei* and *Bosellia mimetica*. *Scientia Marina*, 53 (2-3), 429-440.
- MARÍN, A. Y ROS, J. D., 1991. Presence of intracellular zooxanthellae in mediterranean nudibranchs. *Journal of Mollusc Studies*, 57: 87-101.
- MARÍN, A. AND ROS, J. D., 1992. Dynamics of a peculiar plant-herbivore relationship: the photosynthetic ascoglossan *Elysia timida* and the chlorophycean *Acetabularia acetabulum*. *Marine Biology*, 112: 677-682.
- MARÍN, A. Y ROS, J. D., 1993. Ultrastructural and ecological aspects of the development of chloroplast retention in the sacoglossan gastropod *Elysia timida*. *Journal of Mollusc Studies*, 59: 95-104.
- MONSELINE, E. BI. AND RAHAT, M., 1980. Photobiology of *Elysia timida* (Mollusca: Opisthobranchia): Observations in the sea. *Israel Journal of Zoology*, 29: 125-128.
- PEREIRA, F., 1981. Aspectos problemáticos del muestreo de prosobranchios. *Oecologia aquática*, 5: 63-73.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. Y MARCOS, C., 1993. La teoría del confinamiento como modelo para explicar la estructura y zonación horizontal de las comunidades bentónicas en las lagunas costeras. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 11: 347-358.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A. Y SANZ, M. C., 1993. Tipificación de las poblaciones de dos especies de Tanaidáceos del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 11: 159-168.
- PÉREZ-RUZAFÁ, A., MARCOS, C., PÉREZ-RUZAFÁ, I. M. Y ROS, J. D., 1987. Evolución de las características ambientales de los poblamientos del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Anales de Biología*, 12.

- RAHAT, M., 1976. Direct development and symbiotic chloroplasts in *Elysia timida* (Mollusca: Opisthobranchia). *Israel Journal of Zoology*, 25: 186-193.
- RAHAT, M. AND MONSELISE, E. B., 1979. Photobiology of the chloroplast hosting mollusc *Elysia timida* (Opisthobranchia). *Journal of Experimental Biology*, 79: 225-233.
- ROS, J. D. Y RODRIGUEZ, J., 1985. La simbiosis algal en *Elysia timida* Risso 1818, Primeros resultados. *Anales de Biología*, 4: 37-47.
- STIRTS, H. M. Y CLARK, K. B., 1980. Effects of temperature on products of symbiotic chloroplasts in *Elysia tuca* Marcus (Opisthobranchia: Sacoglossa). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 43: 39-47.
- SWEENEY, B. W. Y SCHNACK, J. A., 1977. Egg development, growth, and metabolism of *Sigara alternata* (Say) (Hemiptera: corixidae) in fluctuating thermal environments. *Ecology*, 58: 265-277.
- TAYLOR, D. L., 1973. The cellular interaction of algal-invertebrate symbiosis. *Advance in Marine Biology*, 11: 1-56.
- TETT, P., KELLY, M. G. Y HORNBERGER, G. M., 1975. A method for the spectrophotometric of chlorophyll a in benthic microalgae. *Limnology and Oceanography*, 20 (5): 887-896.
- THOMPSON, T. E., 1976. *Biology of opisthobranch molluscs. Volume I*. The Ray Society, London, 217 pp.
- TRENCH, M. E., TRENCH, R. K. Y MUSCATINE, L., 1970. Utilization of photosynthetic products of symbiotic chloroplasts in mucus synthesis by *Placobranchus ianthobapsus* (Gould), Opisthobranchia, Sacoglossa. *Comparative Biochemical Physiology*, 37: 113-117.
- UNDERWOOD, A. J., 1981. The techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanographic and Marine Biological: An Annual Review*, 19: 513-605.
- WAUGH, G. R. Y CLARK, K. B., 1986. Seasonal and geographic variation in chlorophyll level of *Elysia tica* (Ascoglossa: opisthobranchia). *Marine Biology*, 92: 483-487.
- ZAR, J. H., 1984. *Biostatistical analysis*, 2nd edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 718 pp.